大規模、広域、長期災害の緊急対応から

電気設備の迅速な復旧のために

一般社団法人　日本電機工業会

- 2011年3月11日に発生した東日本大震災は、大地震ということ以外にも大津波、広域、長期という特徴をもったものであった。
- 日本電機工業会の会員各社は、顧客からの緊急支援要請に対応すべく、それぞれ体制を構築したが、交通手段の途絶、車の燃料の不足から連絡を受けても駆けつけることが出来ない事もあった。
- それが、ある程度は解消されても、物流の混乱や素材から部品、製品の製造にいたる複雑な産業構造から一部のものの供給が枯渇し、復旧に遅れをきたしたものもあった。
  また、長期間にわたる計画停電により産業のみならず、社会の営みの停滞があった。
- 大災害時には、設備導入時に操作説明を受けた、分厚い取扱説明書のどこかに書いてあるなどは、資料の散逸などから意味をなさないことがある。
- 多種多様な緊急支援要請のなかから、次の災害に備えるために教えとなることを纏めた。

目次

自家用発電設備 … 4
受配電設備 … 8
無停電電源設備(UPS) … 15
PLC・計装機器 … 17
機械設備・自動機械 … 18
冠水設備の復旧 … 21
最後に … 26

自家用発電設備①

災害後、燃料切れで停止していた。
地下燃料タンクに補充できたが、自家発が運転できない。

① 原動機よりも高い位置に燃料小出し槽があり、
地下燃料タンクからは燃料移送ポンプで供給する。

停電時はこのポンプが動かないので、燃料が
小出し槽に供給されない。

⟹ 燃料小出し槽にポリタンクなどで燃料を補充

（注）殆どの場合、タンクローリーからの
ホースは燃料小出し槽に届かない。

自家用発電設備②

- 災害後、燃料切れで停止していた。
  地下燃料タンクに補充できたが、自家発が運転できない。
  ② 原動機までの燃料配管にエアーが入り、燃料が行かない

  ⟹ エアーを抜く

  注1．方法・個所は原動機毎に異なる。
  多くは燃料フィルター部などになるが、具体的なやり方はエンジンメーカの点検時等に確認しておくこと。

  注2．阪神淡路大震災後に、燃料切れ直前に原動機を停止するように設備基準が変更されたがそれ以前からの設備はエアーが入る。

自家用発電設備③

災害後、燃料切れで停止していた。
燃料は補充できたが、自家発が運転できない。

③ 始動用圧縮空気のタンクが空の為、運転できない。

→ タンクに付属している手動弁を操作して
予備のタンクに切り替える。

注： 常用タンクは 7回始動できるように
設計されているが、圧縮空気を
使いきった時は、予備タンクに手での
切り替えを要する。

自家用発電設備④

- 自家発運転中に急に停止してしまった。
  - ① 燃料フィルターが目詰まりしている
    - → 燃料フィルターを交換、清掃、エアー抜き
  - ② 冷却水フィルターが目詰まりしている
    - → 冷却水フィルターを交換、清掃、エアー抜き
  - ③ 冷却水配管にエアーが入り、冷却水断
    - → エアー抜きと不足冷却水の補充
  - ④ 潤滑油が漏れて、その油で制御するガバナーが動作不良で停止した
    - → 漏れの復旧と油の補充
  - ⑤ 潤滑油フィルターが目詰まりしている
    - → 潤滑油フィルターを交換、清掃、エアー抜き

受配電設備①

- 復電したが、バッテリーがあがってしまっているため、受電遮断器が操作できない
  - → ①電磁操作式：手動ハンドルで投入
  - → ②電動ばね式：手動蓄勢ハンドルで蓄勢後、投入ボタンを押す

（このハンドルが無いときはラチェットで操作可能）

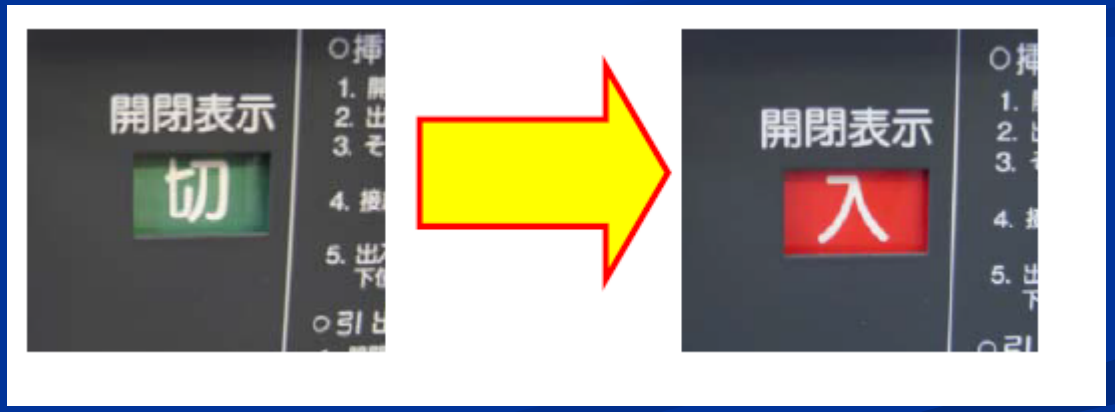
この手法で復電した場合、直流電源が復帰するまでは無保護状態になり、短絡事故などが起きた場合のアークによる二次災害を防ぐために、事前の絶縁抵抗測定等の確認は必須である。
最良は、小容量の可搬型の発電機から直流電源盤に給電して、直流制御回路を復帰させて、通常の盤面スイッチの操作が望ましい。

受配電設備①－１

電動ばね式：手動蓄勢操作

受配電設備①－２

- 電動ばね式：蓄勢後の手動投入操作



操作釦と入切の表示の色が異なっているので、注意のこと

受配電設備②

- 復電し、バッテリーも問題ないが、受電遮断器が操作できない

  → 遮断器のグリースが固化していたため、操作コイルが焼損してしまった

↓

不急用途の遮断器と交換する

適切な保守！

受配電設備③

- 遮断器の連結が外れてしまった

  → 主回路断路部、補助接点の健全性確認
  及び遮断器の操作確認

- 遮断器の連結リミットスイッチが外れてしまった

  → 断路・接続操作で揺り動かしてリミットスイッチ
  の動作音確認

受配電設備④

盤内収納の変圧器が故障（破損）した

（配電盤内に収納された変圧器の故障は大半が設備導入時からの課題が多く見られ、殆どは既存設備に対策が必要）

1）**変圧器が倒れて破損した**

アンカーボルトで固定していない、又はボルトの強度不足から、変圧器が倒れてしまった。
建物の上層階になるほど、地震による振動は大きくなる。
設置環境を考慮した**アンカーボルトによる固定**が必要。
防振ゴム付の場合は、**ストッパーの適切な取付け**も要する。

変圧器の揺れで、**狭い盤の側面に触れて、破損**した例もある。

受配電設備④－１

2）変圧器の接続部が破損した
変圧器へ直接ケーブル接続した場合に破損した例もある。
端子への結線は下図のようにフレキシブル導体
（可とう導体：導線にて網目状にしたもの）
で、かつ余裕をもった接続
であることが望ましい。

前頁にも共通するが、構造も重心も異なる配電盤（筐体）と
変圧器は震災時、異なった振動をする。

無停電電源設備（UPS）①

計画停電のように数時間に及ぶ停電のためではなく、
コンピュータなどの重要設備の安定電源として数分程度の
対策設備であるUPSもトラブルが多発した。

- 長期停電のため、自家発で給電しているが、UPSから警報が頻発する

  → 自家発が不安定な運転のため、周波数が一定の追従範囲を逸脱すると警報がでる

なお、緊急で入手した自家発の場合、自家発とUPSの容量の整合の考慮を要する。
具体的には、専門家による計算を要するが、目安としては

自家発容量は、UPSの5倍程度必要

である。

無停電電源設備（UPS）②

電力が回復したので、UPSの運転を再開する

1）運転開始手順がわからない

⟹ メーカーに支援を依頼する

⟹ 停止状態により手順も変わる

⇩

不用意に蓄電池接続用MCCBを投入すると、
コンデンサーへの突入電流で直流主回路の
ヒューズが溶断する場合がある。

2）インバータ運転に切り替わらない

⟹ 蓄電池の充電が完了すると
バイパス運転から切り替わる

⇩

充電完了までは停電時のバックアップは機能しない。

PLC・計装機器

- 流量計などの指示がおかしい
  - → センサー取付け部の配管の目詰まり
    信号ケーブルが振動等から断線
- 部品の故障・制御電線の断線
  - → 製造元への手配
- 内蔵のバッテリが放電してしまった。
  - → バッテリーの交換

電池は乾電池だけではなく、ボタン型もメーカから
も無くなった。また電線類や電解コンデンサなどの
多種の部品が入手が困難になった

機械設備・自動機械①

- ロボットの動作がおかしい
  - ⟹ 原点（ゼロ点）の再設定

- 設備がずれてしまった

  レイアウト変更がよくある設備は、
  アンカーボルトによる固定がされていない
  ことがある。
  設備の転倒・破損や配管・ケーブル等の
  破損が想定される。

機械設備・自動機械②

- ビル・マンション等の自動給水装置やポンプ等が復電後に自動運転しない

⇒ 復電後に配管や水位、圧力などの制御系統の健全性確認と各制御装置のイニシャライズなど運転開始手順方法をメーカー等に支援を要請する。

⇒ 装置に簡易手順書を貼り付けておく。

機械設備・自動機械③

ホイスト・クレーン設備の電気品等が落脱・破損した

→ 駆動モータ等電源遮断により、荷吊りの状態にあると、停電時も落下の恐れがあり危険である。

再稼動するには、全ての機能の健全性を確認する事が必要

クレーン等安全規則第37条で、震度4以上の地震後クレーン作業を行うときには、あらかじめクレーンの点検を実施することが義務づけられている。

冠水設備の復旧①

- 津波・洪水による冠水は、海水、淡水の違いはあるが、清水ではなく黒く濁った水ということが共通して設備全般に悪影響をもたらす。
  また海水は塩分を含むため、大敵である。

⇩

目視ではよく分からないような小さな隙間があると、毛細管現象で、奥まで汚濁した水（塩水）が浸入し、**洗浄・乾燥処理でも除去しきれない。**

⇩

一旦、復旧できたように思えても**長期使用はできないので更新計画をお願いする。**

冠水設備の復旧②

- PLC、コントローラ類
  装置の電源部・・・復旧不可
  プリント基板類・・・
    メーカ・専門業者による洗浄（薬品洗浄）・乾燥処理で**一部**復旧可

- 電動機
  分解してのベアリング交換、ステータ・ロータの洗浄・乾燥処理で**応急**復旧可
  長期使用は出来ない。

冠水設備の復旧③

- 水の衝撃による損傷がない場合であるが、受配電設備において、概して次のように纏められる。
  - ① 配電盤筐体、母線（ブスバー）など・・・洗浄・乾燥で復旧可
  - ② 遮断器・開閉器・・・真空バルブやメカ機構以外に操作コイル、電動機構、補助接点、リミットスイッチなどがあり、現実的には交換となる。
  - ③ 油入変圧器・コンデンサ類・・・多くが密閉式であり、目視で油漏れ等がなければ洗浄・乾燥で復旧可
  - ④ 乾式・モールド式変圧器・・・仮復旧できても長期使用不可
  - ⑤ 計器用変成器・・・仮復旧できても長期使用不可
  - ⑥ 保護継電器・補助継電器類・・・交換
  - ⑦ 電線・ケーブル・・・端末部が冠水した場合は交換

冠水設備の復旧④

- 冠水設備の実例

継電器、トランスジューサ、
表示器、メータ、スイッチ、
配線など全て交換

冠水設備の復旧④－１

- 冠水設備の実例2

変圧器のコンクリート基礎やアンカボルトは耐えたが、その周辺や下の土が流されて傾いてしまった。

最後に

- 大規模災害時には、
  - ●連絡がつかない
  - ●連絡がついても、移動できない
  - ●あの人が今、ここにいない
  - ●あの資料が見つからない
  - ●簡単に入手できていたものが、入手できない

  等々、色々なことが複合的に発生してしまう。

- 近年は、在庫を極力少なくする傾向にあり、いざというときに必要なものが手に入らないという不測の事態がありえる。
  緊急時の対応に人財（知識＆技量）、物（必須設備の復旧に）と移動・移送手段（交通の途絶対策）の確保が重要である。
  又、**普段からの適切な保全が必須**である。